AN. INST. BIOL. UNIV. NAL. AUTÓN. MÉXICO 50, SER. ZOOLOGÍA (1): 459-475, 8 figs. (1975)

VARIANZA DE *NICROPHORUS MEXICANUS* MATT. (COLEÓPTERA: SILPHIDAE) Y SU CORRELACIÓN AMBIENTAL EN EL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL, DISTRITO FEDERAL, MÉXICO

SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO*
HÉCTOR PÉREZ RUIZ*

RESUMEN

Son estudiados los coleópteros *Nicrophorus mexicanus* Matth. colectados con trampa de luz negra, durante tres años. El análisis consiste en la determinación de la proporción sexual ♀/♂ × 100, así como la variación en la distancia interocular, longitud de la tibia anterior, ancho de la cabeza, ancho del pronoto y longitud de los élitros; se calcularon los valores medios en la población, así como los correspondientes a las dos generaciones en el año. Se examinan diferentes variables del ambiente físico, para determinar su correlación con el comportamiento generacional de la población.

Palabras clave: *Nicrophorus mexicanus,* Coleoptera, Silphidae, Proporción Sexual, Variaza, Correlación Ambiental.

SUMMARY

Nicrophorus mexicanus Matth (Coleoptera) collected during three years by black light trap are studied. Sex ratio is determined. The interocular width, the length of the anterior tibia, the head and the pronotal width, and the length of the elitra are analyzed. The standar values of the population are calculated in the two corresponding generations per year. The behavior of the population during its generations, related with the environmental parameters, is analyzed.

Key words: Nicrophorus mexicanus, Coleoptera, Silphidae, Sex, Ratio, Variance, Environmental Parameters.

INTRODUCCIÓN

Durante los años de 1968, 1969 y 1970, el personal del Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó numerosas excursiones de colecta al Pedregal de San Ángel, Distrito Federal, México, particularmente al Jardín Botánico Exterior, que está situado en la zona que Rzendowski (1954) consigna como *"senecionetum praecosis"* o asociación de "palo loco".

Del material colectado se separaron va-

* Laboratorio de Entomología, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM. México.

rios órdenes y familias de insectos; los coleópteros de la Familia Silphidae representados por *Nicrophorus mexicanus* Matth., son motivo de esta comunicación.

Arnett (1944) hace una revisión de los sílfidos neárticos y considera para efectos taxonómicos, en primer término, la estructura y configuración de los genitales femeninos, ya que otros aspectos, tales como la coloración, forma y constitución del pronoto, talla y otros más, frecuentemente se prestan a confusión. Así, nosotros, al seguir la clave para la determinación de las diferentes especies del género *Nicrophorus* propuesta por Arnett (*loc. cit.*), encontramos que en uno de sus apartados señala: "Metasternal epimeron glabrous", lo cual permite ubicar —entre otras especies— a *N. mexicanus*; sin embargo, todos los ejemplares observados presentan el epímero metasternal tomentoso; esta misma característica se encuentra por lo menos en otras cinco especies, que por ese solo hecho, son opuestas al primer grupo. Por el contrario, siguiendo la clave del propio Arnett que permite la separación de las especies considerando los genitales femeninos, no hay lugar a duda que la especie ahora estudiada corresponde a *Nicrophorus mexicanus.* En esta situación, consideramos que un análisis de relaciones alométricas entre diferentes especies del género *Nicrophorus*, pueda proporcionar una mayor precisión taxonómica. En el caso de la especie considerada, la distancia interocular y la longitud de la tibia anterior, son estructuras menos variables que otras que posteriormente se mencionan.

MATERIAL Y MÉTODO

El material en que se basa este estudio, proviene de colectas nocturnas en las que se usó como trampa un "embudo" con frascos cianurados y tubos de luz negra; dicho embudo se colocó en la parte posterior del Orquidario del Jardín Botánico Exterior de Ciudad Universitaria; los frascos cianurados fueron cambiados semana a semana; de esta manera y durante tres años de trabajo, se separaron 436 ejemplares de *Nicrophorus mexicanus*, que posteriormente fueron sexados. Los machos se reconocen por presentar de manera conspicua el *pulvillus* extendido, el *clipeus* grande y los ojos situados en la parte anterolateral de la cabeza; mientras que en las hembras, el *pulvillus* es simple, el *clipeus* es más pequeño y los ojos se encuentran desplazados hacia la parte posterior de la cabeza. Tomando en cuenta estas características, se pudieron reconocer 134 machos o sea el 30.72% y 302 hembras que representan un 69.36% de la población total.

De este total y para fines del estudio de varianza, se tomaron medidas de la distancia interocular (D I); tibia anterior (T A); ancho de la cabeza (A C); ancho del pronoto (A P) y la longitud del élitro derecho (E D) a 96 machos y a 199 hembras que se colectaron durante el año de 1970. Con las medidas de todas y cada una de las estructuras mencionadas y para facilitar el análisis, se formaron grupos con intervalos de 500 micras y se calcularon, para cada sexo y cada generación, las máximas y mínimas, rango, mediana, moda, media aritmética, desviación estándar y la varianza, que se detallan en los cuadros y gráficas correspondientes. El diagrama I se elaboró tomando las cifras totales consignadas en

los cuadros, precisándose ahí mismo el rango de variación, y la X (el rectángulo representa las desviaciones más próximas a la misma).

Las medidas se expresan en micras y se obtuvieron utilizando un microscopio binocular Zeiss de disección, con objetivo de 1X y ocular micrométrico de 10X.

Con el objeto de definir la correlación entre el comportamiento generacional de la población con las condiciones meteorológicas, se analizaron las siguientes variables del ambiente, cuyos datos fueron proporcionados por la estación meteorológica de la Facultad de Filosofía y Letras, situada en el *campus* universitario: temperaturas máxima y mínima extrema; promedios mensuales de temperaturas máximas y mínimas; promedio mensual de la oscilación de la temperatura; temperatura media mensual; precipitación mensual y promedio mensual de humedad relativa.

RESULTADOS

La distribución mensual de la abundancia de la especie en el curso del año (gráfica 1, cuadro 1, fig. 1), nos permite suponer la presencia de dos generaciones al año: la primera de 1968, tiene su mayor frecuencia en el mes de mayo, mientras que la segunda la tiene en noviembre; para 1969, las cifras más altas corresponden a marzo y septiembre; finalmente en 1970, la población incide con mayor frecuencia en abril y octubre; cabe mencionar que en este último año, la muestra colectada fue más significativa (la gráfica 1 muestra la curva de distribución de frecuencia de los 3 años).

Tomando en cuenta las cifras totales del cuadro 1, se calculó la proporción sexual para cada año; para el efecto se usó la fórmula ♀/♂ × 100. Los valores obtenidos son: en 1968, 160.00; en 1969 de 394.27 y para 1970 es de 207.29. También se calculó la tasa sexual de cada generación del año de 1970, ya que en el análisis de varianza sólo se consideró el material colectado en este año, por ser el más abundante; así, en los primeros meses de este año, se colectaron 23 machos y 34 hembras, lo que nos da un valor de 147.82 y para la segunda generación, en que se capturaron 74 machos y 165 hembras, el valor es de 226.01. Las gráficas 2, 3, 4, 5 y 6 nos muestran en forma objetiva la distribución de frecuencia con respecto al sexo y cada generación en la población muestreada.

CUADRO 1

		1968 ♂♂	1968 ♀♀	1969 ♂♂	1969 ♀♀	1970 ♂♂	1970 ♀♀	Total
ENERO	♂♂	—	—	—	—	—	—	—
	♀♀	—	—	—	—	—	1	1
FEBRERO	♂♂	—	—	—	—	4	—	4
	♀♀	—	—	—	—	—	4	4
MARZO	♂♂	—	—	5	—	3	—	8
	♀♀	—	—	—	6	—	8	14
ABRIL	♂♂	1	—	1	—	10	—	12
	♀♀	—	2	—	8	—	9	19
MAYO	♂♂	1	—	2	—	4	—	7
	♀♀	—	5	—	5	—	7	17
JUNIO	♂♂	—	—	—	—	3	—	3
	♀♀	—	2	—	2	—	6	10
JULIO	♂♂	1	—	—	—	—	—	1
	♀♀	—	4	—	1	—	—	5
AGOSTO	♂♂	—	—	—	—	—	—	—
	♀♀	—	—	—	—	—	—	—
SEPTIEMBRE	♂♂	2	—	1	—	15	—	18
	♀♀	—	5	—	19	—	28	52
OCTUBRE	♂♂	1	—	5	—	46	—	52
	♀♀	—	1	—	13	—	129	143
NOVIEMBRE	♂♂	9	—	3	—	6	—	18
	♀♀	—	11	—	13	—	4	28
DICIEMBRE	♂♂	5	—	1	—	5	—	11
	♀♀	—	2	—	4	—	3	9
		20	32	18	71	96	199	436

Como se indicó en líneas anteriores y para facilitar este estudio, se formaron grupos con intervalos de 500 μ; así pues, el análisis de varianza nos da los siguientes valores: Para la distancia interocular (cuadro 2, gráfica 2 y figura 1, D I), en la primera generación de machos, tiene una medida de 2 550 μ y 2 530 para la segunda; en ese mismo orden, las hembras tienen valores de 1 950 y 2 110 μ; las desviaciones estándar son de 470 y 420 μ en los machos y en las hembras son de 260 y 220 μ; en las varianzas son de 220 900 y 176 400 en machos, mientras que en las hembras son de 67 600 y 48 400.

La curva de distribución de frecuencia es normal; la figura 1 muestra que las hembras tienen un rango de variación más reducido.

CUADRO 2

DISTANCIA INTEROCULAR DE *Nicrophorus mexicanus*
1 9 7 0

Núm. de individuos	*Primera generación* 23 ♂♂	34 ♀♀	*Segunda generación* 73 ♂♂	165 ♀♀	*Total anual* 96 ♂♂	199 ♀♀
Máxima	3 250	2 750	3 250	2 750	3 250	2 750
Mínima	1 250	1 750	1 750	1 750	1 250	1 750
Rango	2 000	1 000	1 500	1 000	2 000	1 000
Mediana	2 250	2 250	2 500	2 250	2 250	2 250
Moda	2 750	1 750	2 750	2 250	2 750	2 250
$\overline{X}$	2 550	1 950	2 530	2 110	2 540	2 080
D S	470	260	420	220	430	240
σ^2	220 900	67 600	176 400	48 400	184 900	57 600

Para la tibia anterior (cuadro 3, gráfica 3 y figura 1, T A), los valores en el orden anterior son: una media de 3 430 y 3 400 μ en machos y 3 380 y 3 300 μ en hembras; con desviaciones estándar de: 500 y 340 μ en machos y 400 y 330 μ en hembras; las varianzas son de 250 000 y 115 600 en machos y 160 000 y 108 900 en hembras. La curva de distribución de frecuencia es normal. El rango de variación es, como en el caso anterior, más reducido en las hembras (figura 1, T A).

CUADRO 3

LONGITUD DE LA TIBIA ANTERIOR DE *Nicrophorus mexicanus*
1 9 7 0

Núm. de individuos	*Primera generación* 22 ♂♂	34 ♀♀	*Segunda generación* 73 ♂♂	163 ♀♀	*Total anual* 95 ♂♂	197 ♀♀
Máxima	4 250	4 250	4 250	3 750	4 250	4 250
Mínima	2 250	2 750	2 750	2 750	2 250	2 750
Rango	2 000	1 500	1 500	1 000	2 000	1 500
Mediana	3 250	3 500	3 500	3 250	3 250	3 500
Moda	3 250	3 250	3 250	3 250	3 250	3 250
$\overline{X}$	3 430	3 380	3 400	3 300	3 460	3 320
D S	500	400	340	330	400	310
σ^2	250 000	160 000	115 600	108 900	160 000	96 100

En el caso del ancho de la cabeza (cuadro 4, gráfica 4, figura 1, A C), los valores son en el mismo orden: una media de 4 680 y 5 010 μ en machos y 4 350 y 4 520 μ en hembras; con desviaciones estándar de 650 y 630 μ en machos; 380 y 450 μ en hembras; las varianzas son de 422 500 y 396 900 en machos y 144 400 y 202 500 en las hembras. La curva de distribución de frecuencia es normal. El rango de variación es también más reducido en las hembras (figura 1, A C).

CUADRO 4

ANCHO DE LA CABEZA EN *Nicrophorus mexicanus*
1 9 7 0

	Primera generación		*Segunda generación*		*Total anual*	
Núm. de individuos	*23* ♂♂	*34* ♀♀	*73* ♂♂	*165* ♀♀	*96* ♂♂	*199* ♀♀
Máxima	5 750	5 250	6 250	5 750	6 250	5 750
Mínima	3 250	3 250	3 750	3 250	3 250	3 250
Rango	2 500	2 000	2 500	2 500	3 000	2 500
Mediana	4 500	4 000	4 500	4 500	4 750	4 500
Moda	4 750	4 250	5 250	4 750	4 750	4 750
$\overline{X}$	4 680	4 350	5 010	4 520	4 930	4 500
D S	650	380	630	450	670	440
σ^2	422 500	144 400	396 900	202 500	448 900	193 600

Por lo que se refiere al ancho del pronoto (cuadro 5, gráfica 5, figura 1, A P), los valores en el mismo orden, son: una media de 6 680 y 7 010 μ en machos y 6 410 y 6 780 μ en hembras; con desviaciones estándar de 990 y 830 μ en machos y 620 y 730 μ en hembras; las varianzas son de 991 100 y 688 900 en machos y 144 400 y 518 400 en hembras. La curva de distribución de frecuencia en este caso es también normal. El rango de variación es más reducido en los machos (figura 1, A P).

CUADRO 5

ANCHO DEL PRONOTO EN *Nicrophorus mexicanus*
1 9 7 0

	Primera generación		*Segunda generación*		*Total anual*	
Núm. de individuos	*23* ♂♂	*24* ♀♀	*73* ♂♂	*165* ♀♀	*96* ♂♂	*199* ♀♀
Máxima	8 250	7 750	8 750	8 750	8 750	8 750
Mínima	4 750	5 250	5 250	4 250	4 750	4 250
Rango	3 500	2 500	3 500	4 500	4 000	4 500
Moda	6 750	6 250	7 750	6 750	6 750	6 750
$\overline{X}$	6 680	6 410	7 010	6 780	6 930	6 670
D S	990	620	830	720	880	720
σ^2	991 100	144 400	688 900	518 400	774 400	518 400

Finalmente, el largo de los élitros (cuadro 6, gráfica 6, figura 1, L E), tiene los siguientes valores: para la primera y segunda generación de machos, una media de 11 250 y 12 010 μ en el mismo orden: las desviaciones estándar son: para los machos de 1 460 y 1 300 μ, en tanto que en las hembras son de 1 100 μ en las dos generaciones; las varianzas en los machos son de 2 131 600 y 1 790 000 y en las hembras son del orden de 1 210 000. La curva de distribución de frecuencia es irregular. El rango de variación es igual en machos y hembras (figura 1, L E).

CUADRO 6

LONGITUD DE LOS ÉLITROS EN *Nicrophorus mexicanus*
1 9 7 0

	Primera generación		*Segunda generación*		*Total anual*	
Núm. de individuos	23 ♂♂	34 ♀♀	73 ♂♂	165 ♀♀	96 ♂♂	199 ♀♀
Máxima	13 750	13 750	13 750	14 750	13 750	14 750
Mínima	8 250	9 250	8 750	9 250	8 250	9 250
Rango	5 500	4 500	5 000	5 500	5 500	5 500
Mediana	11 250	11 250	11 250	12 000	11 000	12 000
Moda	11 250	11 250	12 250	13 250	12 250	13 250
$\overline{X}$	11 250	11 300	11 720	12 010	11 630	11 890
D S	1 470	1 100	1 300	1 100	1 340	1 200
σ^2	2 131 600	1 210 000	1 790 000	1 210 000	1 795 600	1 440 000

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La población que se capturó en la trampa de luz negra, es marcadamente dominada por el sexo femenino; los valores que favorecen la segregación sexual son del orden de 1.70 en 1968, 3.94 en 1969 y 2.07 en 1970; sin embargo, en la primera generación de este año, tiene un valor de 1.47 por 2.26 de la segunda y es indicativo de que por cada 100 machos en los primeros meses hay 147.82 hembras; en el segundo periodo de distribución, hay por cada 100 machos 226.01 hembras. Al analizar la figura 1, se puede inferir que las estructuras más grandes son aparentemente las más variables, puesto que presentan máximas y mínimas que determinan rangos amplios; sin embargo, si se comparan dos estructuras extremas, como son la distancia interocular y la longitud de los élitros de machos, nos dan estos rangos de variación: en el primer caso, es del orden de 2 000 μ, en tanto que para los élitros es de 5 500 μ y las máximas y mínimas son respectivamente de 1 250 a 3 250 μ y de 9 250 a 14 750 μ, lo cual nos lleva a colegir que porcentualmente es más variable la distancia interocular que la longitud de los élitros; esto se debe seguramente, a que en distancias menores, una pequeña variación repercute más ampliamente, puesto que si se comparan las gráficas de distribución de frecuencia de

estas dos estructuras, no hay lugar a duda de que un factor más confiable en la determinación de la especie es, desde luego, la distancia interocular. Esto también es válido para la longitud de la tibia anterior, de tal forma que de las estructuras aquí analizadas, las más confiables son estas dos. De todas formas, el diagrama de la figura 1 también nos muestra que las hembras son menos variables en todos los aspectos, exceptuando el ancho del pronoto, ya que los élitros tienen el mismo rango de variación (5 500 μ).

En síntesis, si Arnett (1944) usa los genitales femeninos como más característicos en la determinación de la especie, estadísticamente se concluye que las hembras son también las que tienen menos variación.

La escasez de la población, antes del inicio de la primera generación y el abatimiento de dicha población que marca el término de la segunda generación, están estrechamente relacionados con las temperaturas mínimas extremas, características de los meses de enero y diciembre (—1.4°C y —.8°C, respectivamente), así como con la escasa precipitación pluvial en los mismos meses (0.2 mm y 8 mm, respectivamente). En cambio, la carencia de adultos en agosto que separa las dos generaciones, no guarda una relación significativa con las fluctuaciones de la temperatura y precipitación pluvial (gráfica 7); sin embargo, la influencia combinada de ambas variables, reflejándose en el valor de la humedad relativa (gráfica 1), guardan una relación significativa con el comportamiento generacional. En este aspecto observamos que, al aumento de la población en la primera generación, precede una baja en la humedad relativa, que proviene, en este caso, del aumento de la temperatura durante la época seca del año; posteriormente, esta variable permanece con poca oscilación. Las grandes precipitaciones de los meses de junio, julio y agosto, elevan al máximo la humedad relativa en este último mes (80%). Nuevamente el descenso de la humedad relativa, ahora provocado por la disminución de la precipitación, coincide con el inicio de la generación de otoño. Es importante hacer notar que el descenso de la humedad relativa, que en ambos casos marca el inicio de las dos generaciones, es provocado por diferentes factores, como acabamos de ver, y ocurre a diferentes niveles (40 a 45% en la primera generación, contra 65 a 70% en la segunda); es probable que estos hechos contribuyan a la notable desproporción entre la biomasa de ambas generaciones, que se manifiesta no solamente en el mayor número de individuos de la segunda generación, sino también en la tendencia al menor tamaño de los integrantes de la primera, como puede apreciarse en las medidas de las estructuras consideradas.

AGRADECIMIENTOS

Con estas líneas expresamos nuestro reconocimiento a la valiosa colaboración del Dr. Carlos R. Beutelspacher B. y Biol. Héctor González A. en la colecta del material; a la Tec. Acad. Rosa Sánchez S., que se encargó de separar y procesar, en parte, los insectos provenientes de nuestras colectas; al M. en C. Javier Butze por la traducción del resumen, y al maestro Francisco Hernández, Coordinador del Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, por los datos meteorológicos proporcionados.

LITERATURA CONSULTADA

ARNETT, H. R., Jr., 1963. A revision of the neartic Silphini and Nicrophorini based upon the femele genitalia (Coleoptera, Silphidae). *Journ New York Entomol. Soc. LII*: 1-24 illus.

——, 1963. *The Beetles of the United States.* (A manual for identification). The catholic University of America Press. Washington, D. C. 329-334.

BLACKWELDER, R. E., 1939. *Fourth supplement 1933 to 1938 (inclusive to the Long catalogue of Coleoptera of America, North of Mexico.* Mount Vernon, N. Y., p. 18.

——, 1944. Checklist of the Coleopterous Insects of Mexico, Central America, the West Indies and South America. *Part I Bull. United States Nat. Mus.,* No. 185, p. 10.

CANTRALL, I. J., 1965. Phyllophaga al Light Traps on the E. S. George Reserve, Michigan Papers of *The Michigan Academy of Science, Arts and Letters.* Vol. *L*, pp. 95-103.

EMMEL, T. C., 1975. *Ecología y Biología de Poblaciones.* Nueva Editorial Interamericana, S. A. de C. V., pp. 73-91.

——, 1976. *Population Biology.* Harper & Row Publishers. 371 pp.

KNIGHT, C. B., 1966. *Basic concepts of Ecology.* Mac Millan Company, N. Y., 468 pp.

KREBS, S., J., 1972. *Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance.* New York: Harper & Row, 694 pp.

LEWIS, T. & L. R. TAYLOR, 1974. *Introduction to Experimental Ecology.* A student guide to field work and analysis. Academy Press, London New York.

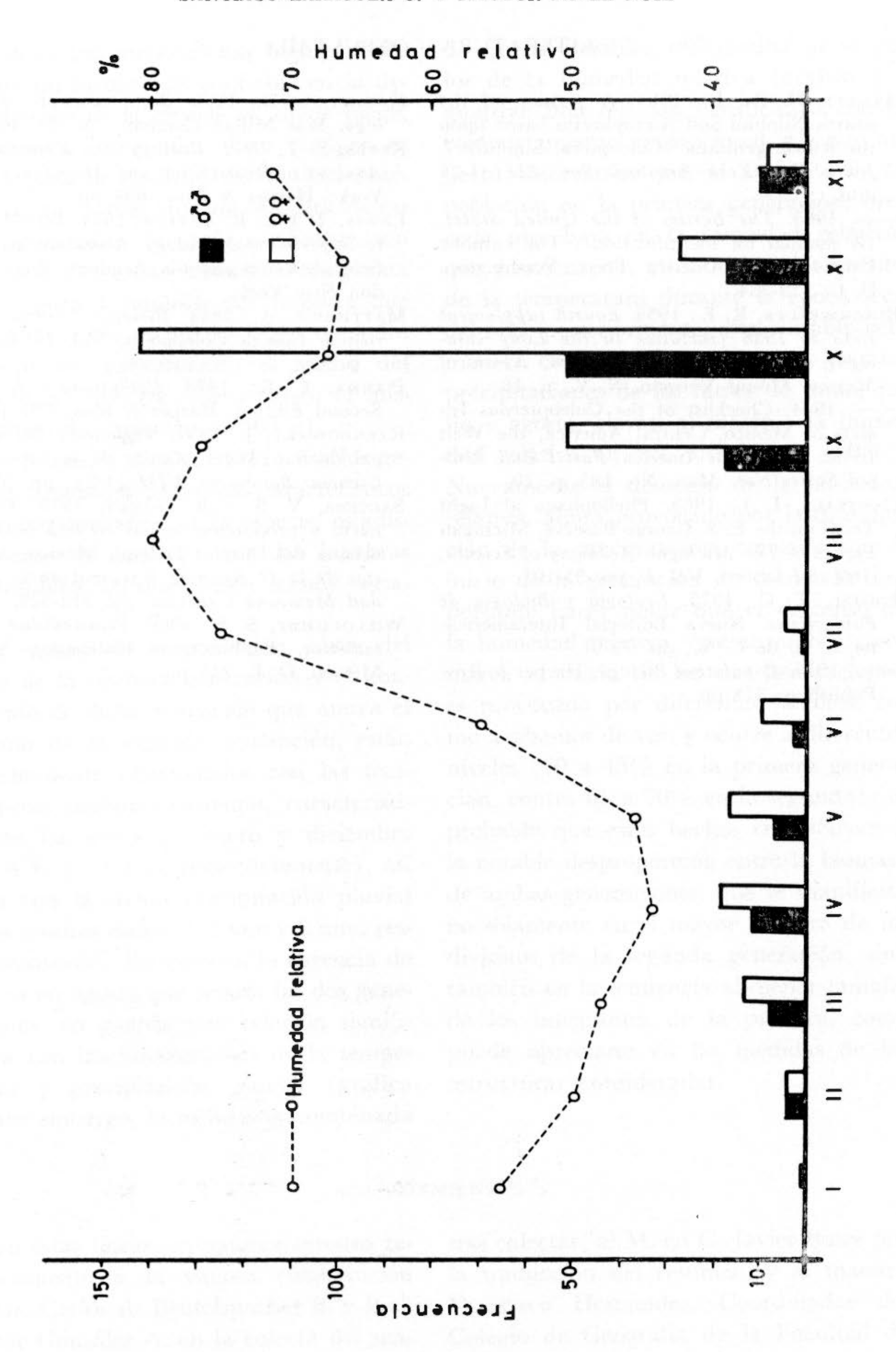
MATTHEWS, A., 1888. *Biologia Centrali-Americana.* Insecta Coleoptera, Vol. *II*, part 1; p. 91.

PIANKA, E. R., 1978. *Evolutionary Ecology.* Second Edition. Harper & Row, 397 pp.

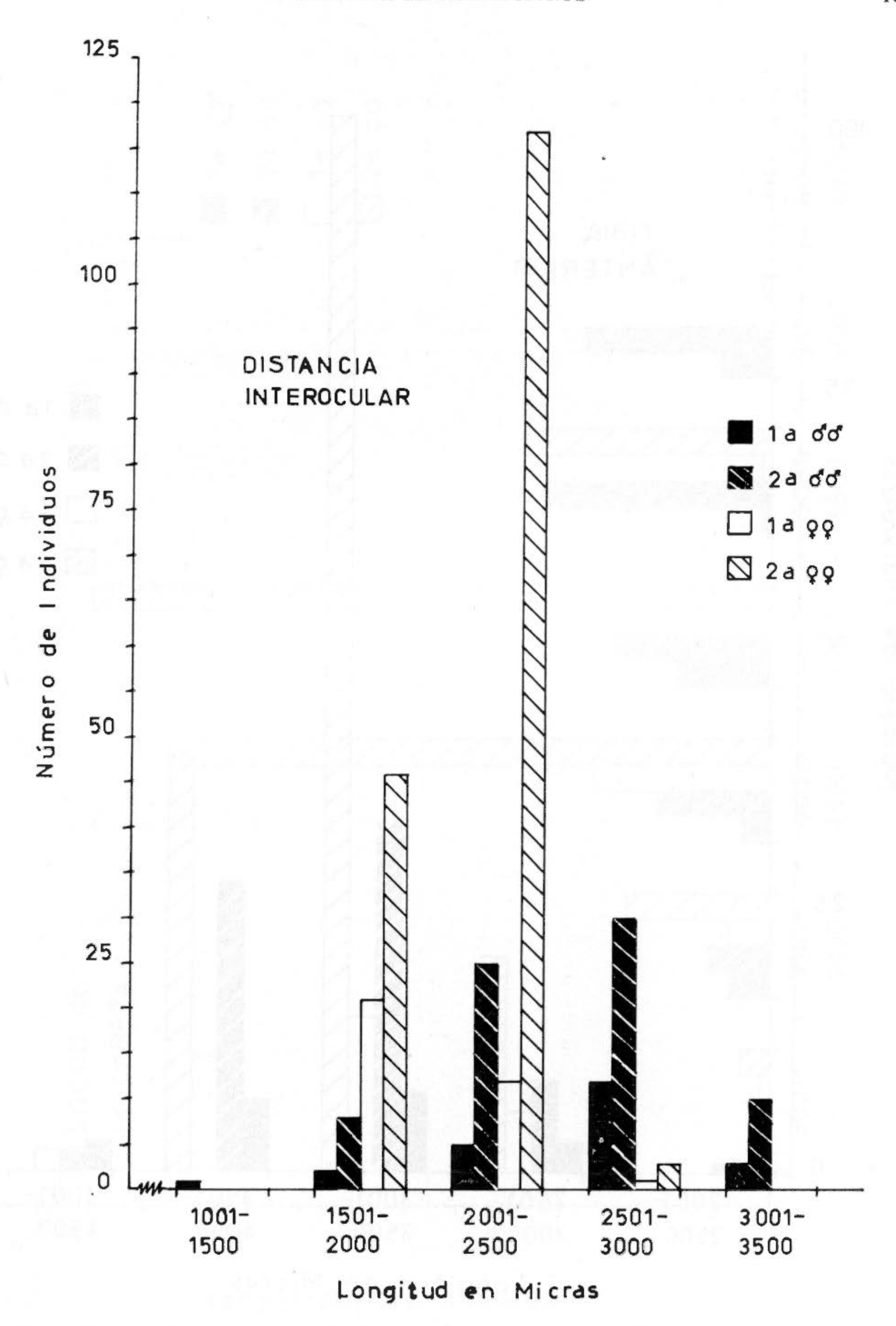
RZENDOWSKY, J., 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel. *Anales de la Escuela de Ciencias Biológicas, VIII* (1-2); pp. 59-129.

SALCEDA, V. S. y R. GÓMEZ, 1975. Peso al nacer y proporción sexual en una población urbana del Distrito Federal, México. *Memorias de la II Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana Genética.* pp. 312-324.

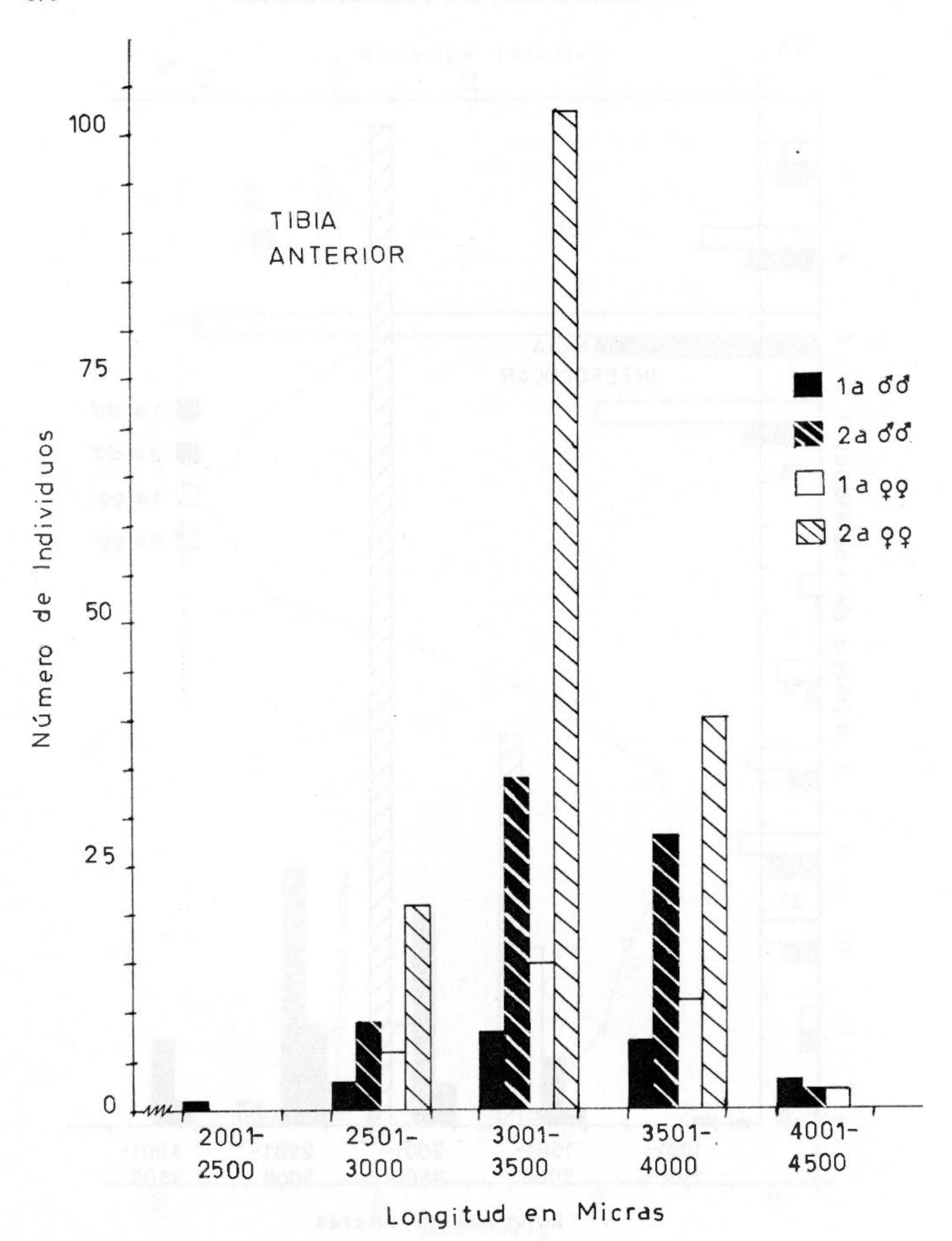
WILLOUGHBY, S. S., 1969. *Probabilidad y Estadística.* Publicaciones Culturales, S. A., México, D. F. 215 pp.



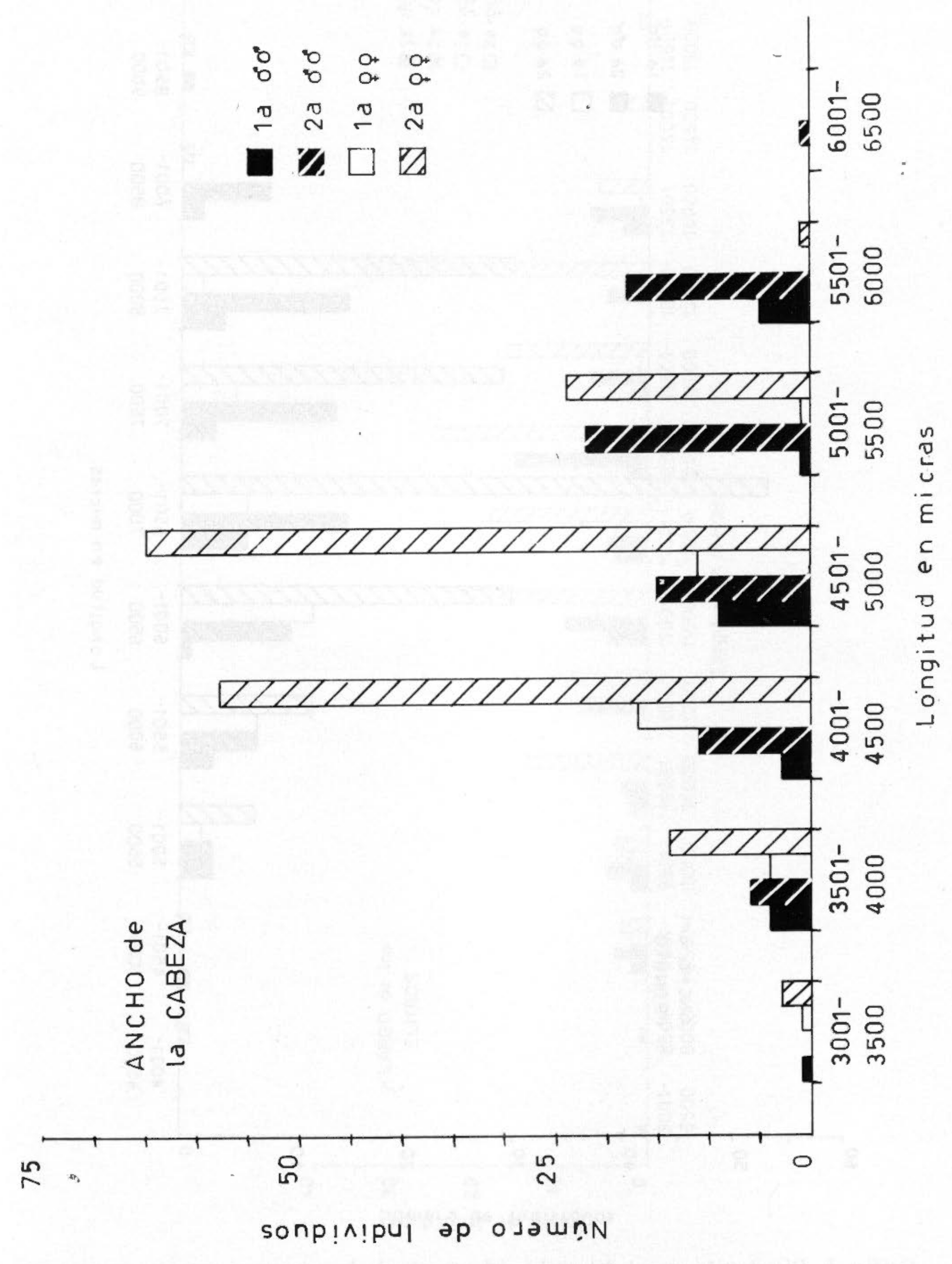
Gráfica 1. Distribución sexual de *Nicrophorus mexicanus* colectados durante tres años en el Pedregal de San Ángel, D. F. (1968-70) y su relación con la fluctuación de la Humedad Relativa.



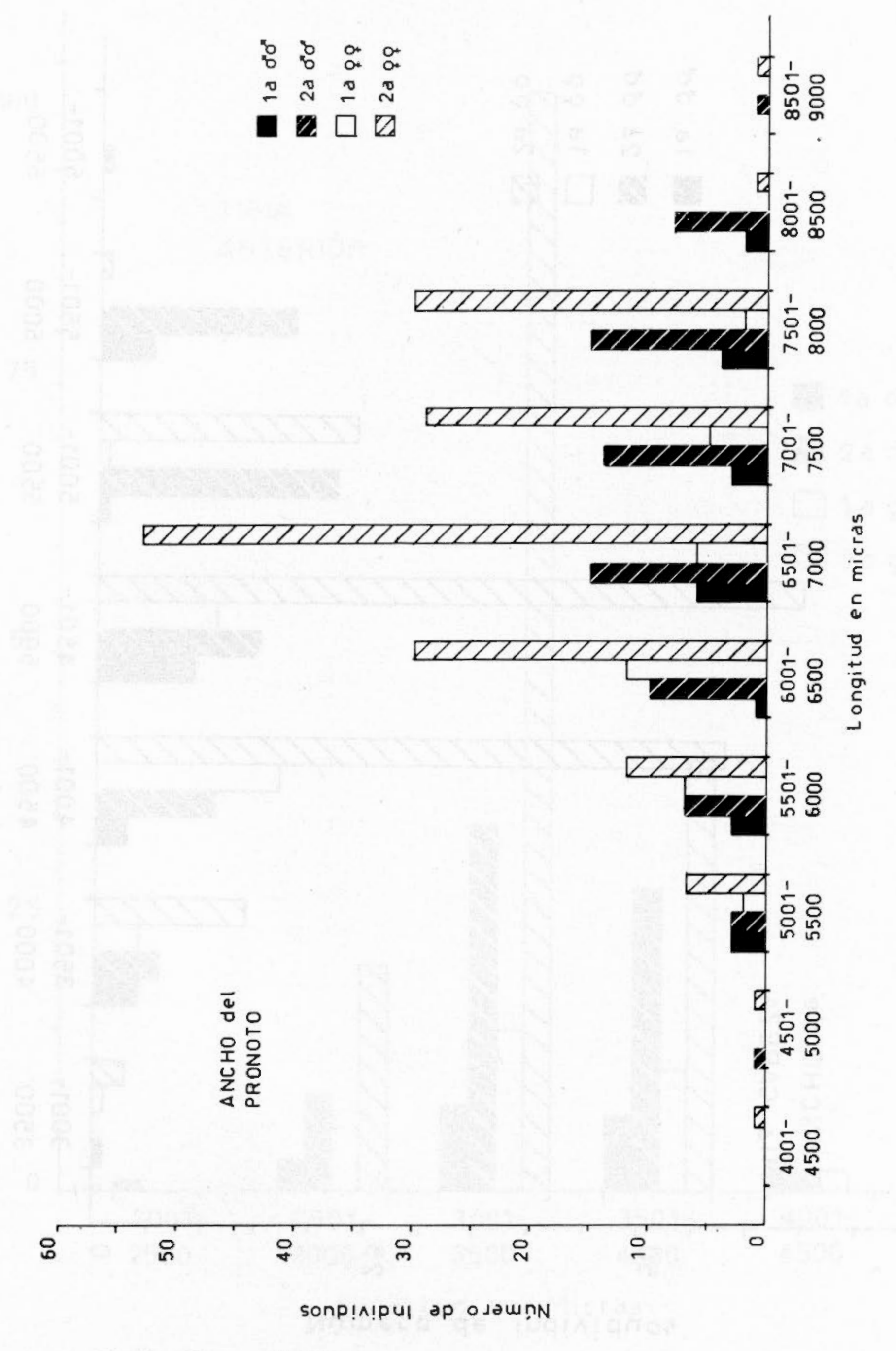
Gráfica 2. Distribución sexual de la distancia interocular de la primera y segunda generaciones de *Nicrophorus mexicanus*, colectadas en el Pedregal de San Ángel, D. F., en 1970.



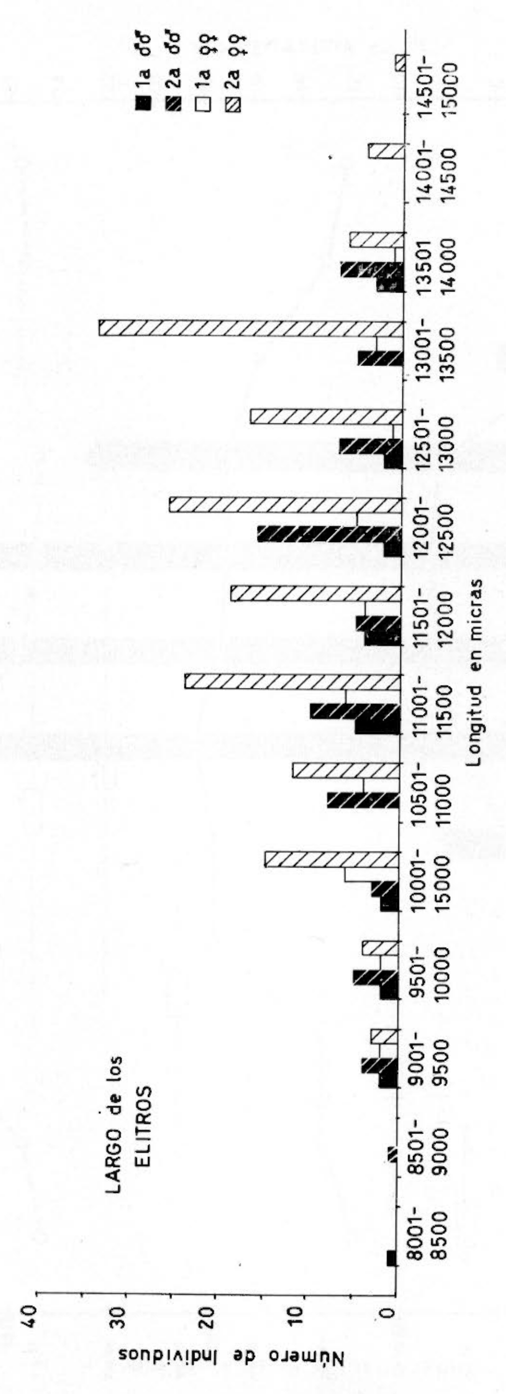
Gráfica 3. Distribución sexual de la tibia anterior de la primera y segunda generaciones de *Nicrophorus mexicanus*, colectadas en el Pedregal de San Ángel, D. F., en 1970.



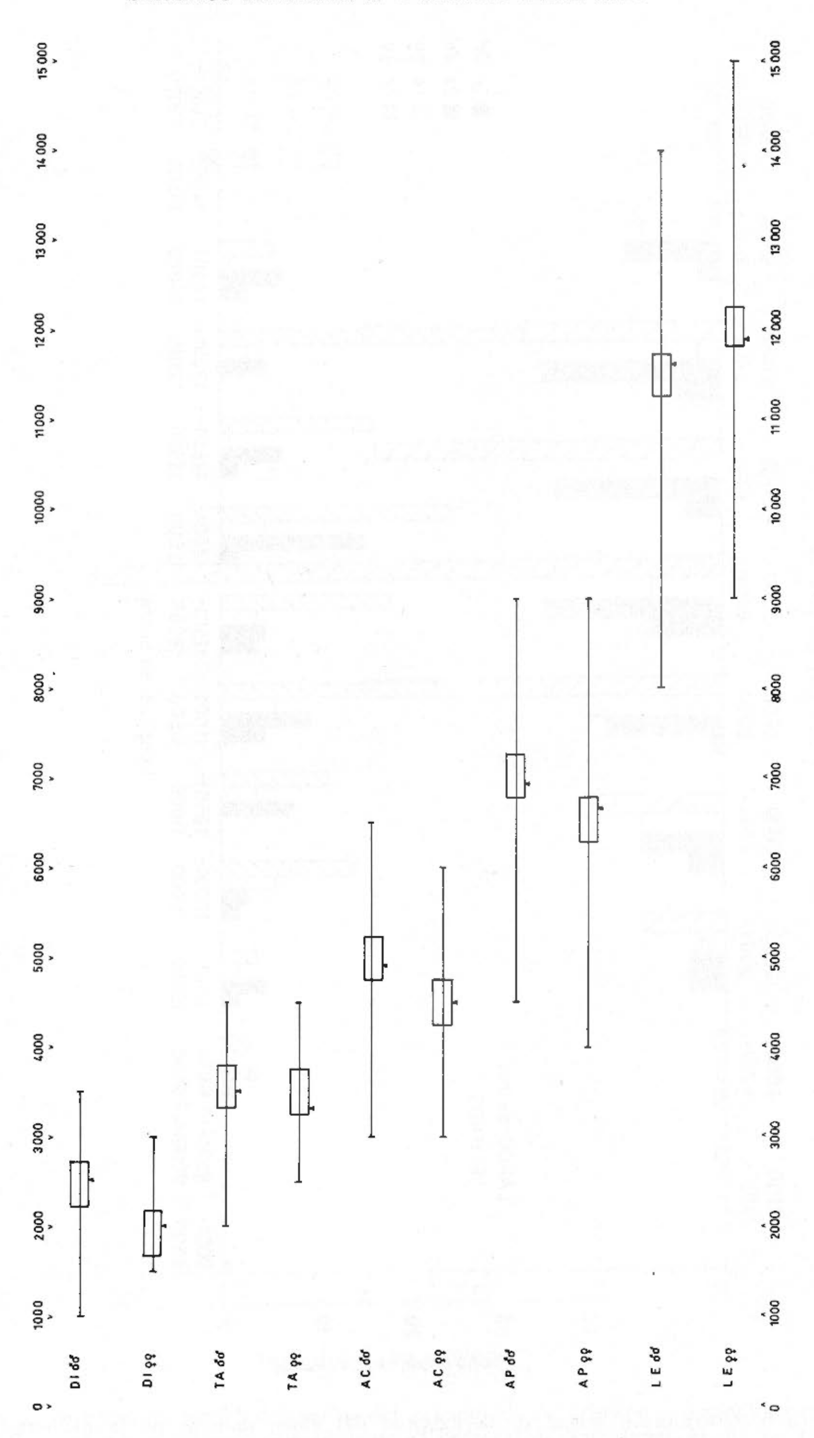
Gráfica 4. Distribución sexual del ancho de la cabeza de la primera y segunda generaciones de *Nicrophorus mexicanus*, colectadas en el Pedregal de San Ángel, D. F., en 1970.



Gráfica 5. Distribución sexual del ancho del pronoto de la primera y segunda generaciones de *Nicrophorus mexicanus*, colectadas en el Pedregal de San Ángel, D. F., en 1970.



Gráfica 6. Distribución sexual de la longitud del élitro derecho de la primera y segunda generaciones de *Nicrophorus mexicanus*, colectadas en el Pedregal de San Ángel, D. F. en 1970.



Gráfica 7. Variación mensual promedio de los años 1968-70 de temperaturas y precipitación pluvial, en el Pedregal de San Ángel, D. F.

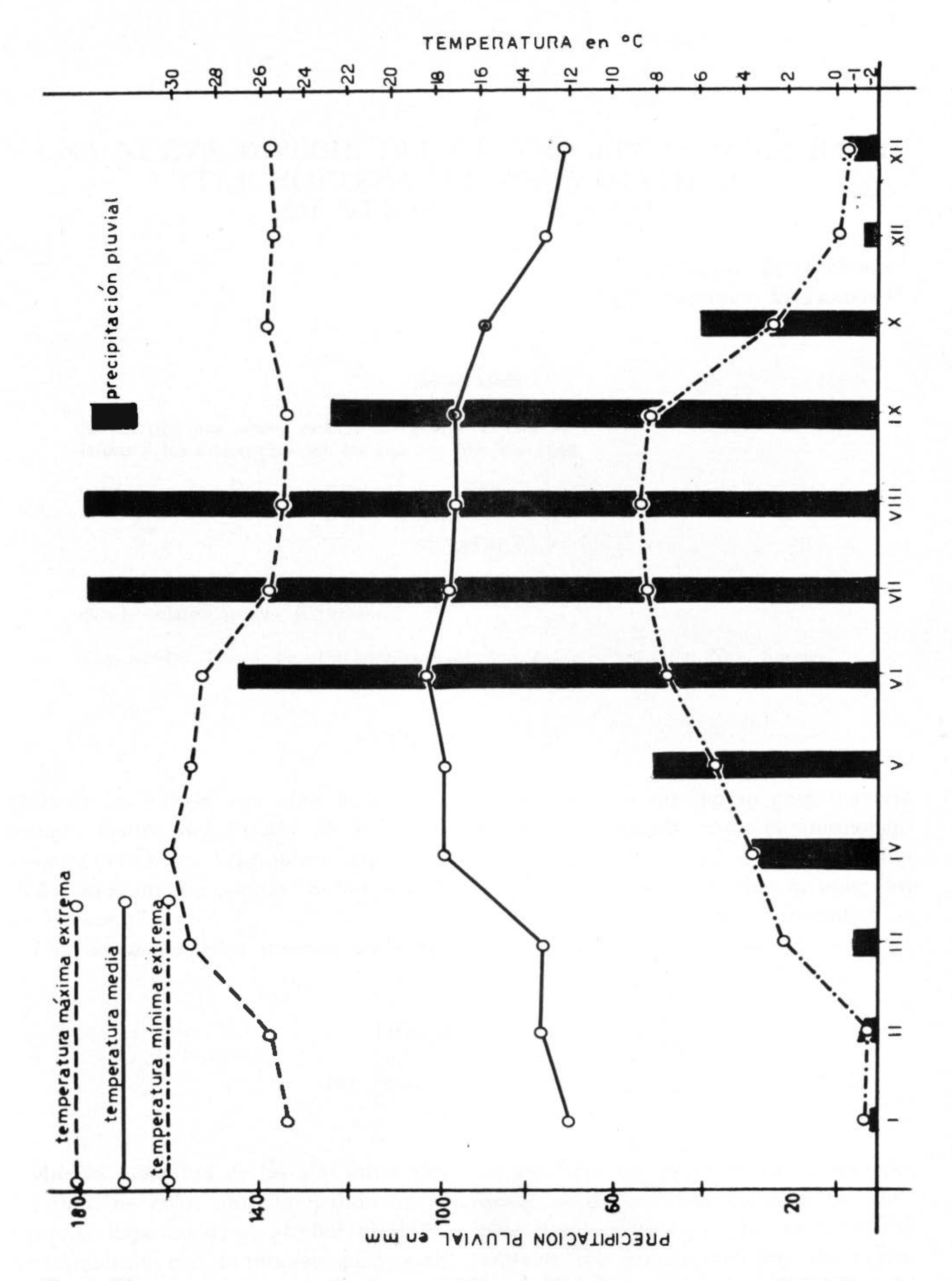


Fig. 1. Diagrama comparativo de cinco variables en *Nicrophorus mexicanus*: (D I) distancia interocular; (T A) tibia anterior; (A C) ancho de la cabeza; (A P) ancho del pronoto; (L E) longitud del élitro derecho.